

Rotationsperioden und Bedeckungen bei T Tauri Sternen

Dieter Husar

Auf der BAV Tagung 2000 in Sonneberg wurde von Ralph Neuhäuser (seinerzeit MPE Garching) ein Beobachtungsvorschlag präsentiert, der etwas abseits vom Üblichen auf T Tauri Sterne (in folgenden TTS genannt) ausgerichtet war [1].

Was sind TTS und was ist so spannend an ihnen?

Es sind relativ massearme (ca. 0,1 bis 3 Sonnenmassen), sehr junge Sterne (100.000 Jahre bis 10 Millionen Jahre alt), die ihre abgestrahlte Energie oft noch aus der Kontraktion beziehen, bevor in ihren Kernen die thermonuklearen Reaktionen „zündet“. TTS sind im Hertzsprung-Russell-Diagramm oberhalb der Hauptreihe angesiedelt, überwiegend mit den Spektralklassen G, K und M und zeigen typisch eine hohe Lithium-Häufigkeit, was durch ihr geringes Alter bedingt ist (Lithium wird während der weiteren Entwicklung schnell zerstört).

Spektroskopisch unterscheidet man zwei Untertypen von TTS:

1) Die jüngeren „klassischen“ TTS verfügen über ausgeprägte und sehr aktive Akkretionsscheiben (Materie, die den Stern als Scheibe umgibt) und weisen daher starke Emissionslinien auf. In dieser Phase gibt es heftige Helligkeitsschwankungen. Die den Stern umgebende Materie kann diesen schnell verdunkeln oder auch Helligkeitsausbrüche durch sogenannte „Jets“ in umgebende interstellare Materie verursachen. Zu diesem Typus gehört auch T Tauri selbst.

2) Im späteren Leben eines TTS sind die Emissionslinien wesentlich schwächer ausgeprägt, man spricht daher von „weak-lined“ TTS. Ursache hierfür ist die weitgehend verschwundene Akkretionsscheibe. Aus ihrer Materie sind teilweise Planeten entstanden. In diesem Stadium ist der Lichtwechsel der TTS durch Sternflecken (analog den Sonnenflecken) geprägt. Durch die Rotation der Sterne entsteht eine Helligkeitsschwankung, die meist bei 0,1 bis 0,2 mag liegt. Da die Flecken oft monatelang stabil sind, lässt sich so die Rotationsperiode bestimmen.

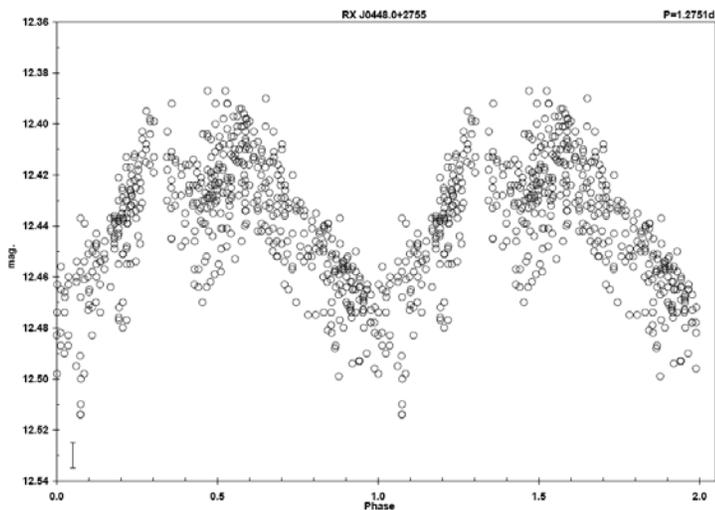
Die Beobachtung der TTS erlaubt vielerlei Einblicke in die Anfangsphasen der Sternentstehung. Außerdem möchte man gerne die verschiedenen Berechnungsmodelle der Sternentwicklung überprüfen, wozu allerdings die Masse der Sterne unabhängig bestimmt sein muss. Spektroskopische Beobachtungen können erste Hinweise auf eine Doppelsternnatur geben; leider kann man so eine Massenbestimmung nicht durchführen. Nur wenn die Bahnneigung bekannt ist, also z.B. eine Bedeckung erfolgt, kann die Sternmasse bestimmt werden. Somit war es interessant zu prüfen, ob einer der spektroskopischen bekannten Doppelsterne Bedeckungen aufwies. Vielleicht etwas aussichtsreicher, als die Suche nach der „Nadel im Heuhaufen“...

Insbesondere durch die ROSAT Himmelsdurchmusterung wurden viele TTS entdeckt. Man findet sie naturgemäß vor allem in den bekannten Sternentstehungsgebieten, z.B. im Taurus oder im Orion, aber interessanterweise auch außerhalb. Noch ist die Frage ungeklärt, ob die TTS dorthin herausgeschleudert wurden, oder ob sie dort vor Ort entstanden sind. Zur Beantwortung dieser Frage kann die Kenntnis der Rotationsperiode beitragen.

Was wurde beobachtet?

Hier sollen die wesentlichen Ergebnisse aus der kürzlich erschienenen Veröffentlichung [2] für den BAV Rundbrief kurz zusammengefasst werden.

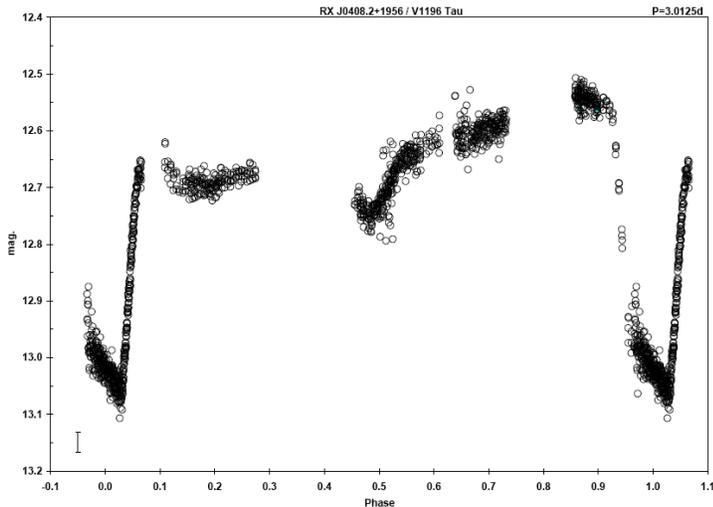
Im Winter 2000/2001 begann ich in Hamburg mit einer Beobachtungsserie, wobei ich die Helligkeit der 6 vorgeschlagenen TTS-Objekte in insgesamt 26 Nächten bestimmte. Ich hatte gerade meinem, damals noch recht neuen 16-Zöller, beigebracht, während der Nacht zyklisch mehrere Objekte anzufahren und so konnte ich die 6 Objekte nahezu parallel beobachten. So kamen insgesamt fast 7000 auswertbare Aufnahmen zustande. Die mittleren Helligkeiten lagen zwischen 11 und 13 mag und die photometrische Präzision betrug ca. 0,01 - 0,02 mag, was etwa einem fünftel bis einem zehntel der rotationsbedingten Amplituden entsprach. Am Ende der Beobachtungssaison hatte ich bei einem TTS-Objekt Bedeckungen gefunden, einen neuen EB-Bedeckungsveränderlichen (GSC2.2 N3022313162) entdeckt und hatte alle Rotationsperioden bestimmt. Diese liegen im Bereich zwischen 0,6 und 8 Tagen. Ein typisches Beispiel: RX J0448.0+2755 mit einer Periode von 1.2751 Tagen sei hier vorgestellt.



Die eingangs erwähnte Frage, ob die außerhalb der Sternentstehungsgebiete gefundenen TTS am Ort entstanden sind, oder ob sie aus den Sternentstehungsgebieten herausgeschleudert wurden (diese sollten nach der Theorie dann schneller rotieren), ließ sich leider durch unsere relativ wenigen Beobachtungen noch nicht klären. Dazu wird es einer weitaus größeren Stichprobe bedürfen. Weitere Bestimmungen von Rotationsperioden sind also erforderlich.

Was die Bedeckungen betrifft, stellte sich später heraus, dass der vermeintliche TTS, der die Bedeckungen zeigte, ein Hauptreihenstern ist (man hatte in den Voruntersuchungen den Lithiumgehalt überschätzt). Da hatte ich also leider Pech

gehabt! Trotzdem weist dieser Bedeckungsveränderliche eine so interessante Lichtkurve auf, dass ich diese hier vorstellen möchte.



Die Lichtkurve zeigt starke Asymmetrien, was sich durch Sternflecken erklären lässt. Nimmt man auch die (hier nicht dargestellten) Beobachtungen der Profis vom Calar-Alto hinzu, wird deutlich, dass sich die Lichtkurve – je nach Lage der Sternflecken - im Laufe der Zeit verändert. Also ein interessantes Objekt für zukünftige Beobachtungen!

Dass man auch mehr Glück haben kann, zeigt eine Arbeit von Covino et al. [3], auf die ich erst viel später (im Jahr 2005) stieß, die jedoch just dann veröffentlicht wurde, als ich gerade mitten in den TTS-Beobachtungen steckte. An diesem Objekt (RXJ 0529.4+0041) wird sehr schön beschrieben, wie aus den Bedeckungslichtkurven mit dem Programm „Nightfall“ die Masse und die anderen physikalischen Parameter dieses Bedeckungsveränderlichen bestimmt wurde. Auch die verschiedenen Sternentwicklungsmodelle werden dort diskutiert.

Literatur:

[1] BAV Rundbrief 4-2000; Internet: <http://www.bav-astro.de/rb/rb2000-4/ttauri.html>

[2] C. Broeg, V. Joergens, M. Fernández, D. Husar, T. Hearty, M. Ammler and R. Neuhäuser,
Rotational periods of T Tauri stars in Taurus-Auriga, south of Taurus-Auriga, and in MBM12

Astronomy and Astrophysics, Volume 450, Issue 3, May II 2006, pp.1135-1148

Die englischsprachige Originalarbeit gibt es hier:

<http://www.astro.uni-jena.de/Users/broeg/astro/publications.html>

[3] E. Covino et al., RXJ 0529.4+0041: a low-mass pre-main sequence eclipsing-spectroscopic binary, Astron. Astrophys. 361, L49–L52 (2000),

Internet: <http://aa.springer.de/papers/0361003/2300149.pdf>

Dr. Dieter Husar, z. Zt. c/o EAT SA, Rue du Séminaire 20A, 5000 Namur, Belgium,
email : husar.d (at) gmx.de